

Tungsten(W) - Boron(B) - Carbon(C) - Nitride(N) 확산방지막의 Boron 불순물에 의한 열확산 특성 연구

김수인, 이창우

서울시 성북구 정릉동 861-1 국민대학교 나노전자물리학과

Boron concentration effect of tungsten - Boron - carbon - nitride thin film for diffusion barrier

Soo In Kim, and Chang Woo Lee

Nano & Electronic Physics Department, Kookmin University, 136-702, Seoul, Korea

Abstract : 반도체 소자가 초고집적화 되어감에 따라 반도체 공정에서 선풍은 줄어들고 박막은 다층화 되어가고 있다. 이와 같은 제조 공정 하에서는 Si 기판과 금속 박막간의 확산이 커다란 문제로 부각되어 왔다. 특히 Cu는 높은 확산성에 의하여 Si 기판과 접합에서 많은 확산에 의한 문제가 발생하게 되며, 또한 선풍이 줄어들음에 따라 고열이 발생하여 실리콘으로 spiking이 발생하게 된다. 이러한 확산을 방지하기 위하여 이 논문에서는 Tungsten - Carbon - Nitrogen (W-C-N)에 Boron (B)을 첨가하였고, Boron 타겟 power을 조절하여 다양한 조성을 가지는 W-B-C-N 확산방지막을 제작하여 각 조성에 따른 증착률을 조사하였고 1000 °C까지 열처리하여 그 비저항을 측정하여 각 특성을 확인하였다.

Key Words : W-B-C-N thin film, Boron effect, Diffusion Barrier

1. 서 론

고집적된 반도체 회로내의 금속배선은 선풍이 줄어들고 다층화 되었다. 그 결과 반도체와 금속사이의 접합에서는 열이 가해짐으로써 박막의 안정도는 떨어지게 된다[1-2]. 또한 회로내의 열 발생으로 반도체와 금속이 반응함에 따라서 비저항도 크게 증가하여 전체적인 회로의 신뢰도는 떨어지게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 실리콘과 금속 사이에 확산방지막을 증착하게 되었다. 본 논문에서는 Tungsten에 기반을 둔 Tungsten-Carbon-Nitrogen (W-C-N) 확산방지막에 Boron 타겟 power를 조절하여 박막 내에 다양한 Boron의 조성을 가질 수 있는 Tungsten - Boron - Carbon - Nitrogen (W-B-C-N)을 증착하여 연구를 하였다. 본 연구에서는 위에서 언급한 4가지 화합물로 이루어진 W-B-C-N 확산방지막을 1000 °C까지 열처리하여 그 특성을 확인하여 W-B-C-N 확산방지막의 열적 특성을 확인하였다 [3-5].

2. 실험

W-B-C-N 확산방지막을 증착하기에 앞서 Si기판을 HF에 담그어 산소를 제거하였으며 증착법으로는 RF magnetron sputtering 시스템을 사용하였다. 타겟은 순도 99.99 %인 W, 99.95 %인 W₂B, 99.95 %인 WC를 사용하였으며 W와 WC 타겟의 세기는 고정하였고, W₂B의 세기는 0W에서 70W로 변화하여 가하였다. 본 실험에 들어가기 전 pre-sputtering을 하여 타겟의 native oxide layer를 제거한 후 상온에서 본 실험에 임하였다.

Ar과 N₂의량은 mass flow controller를 사용하여 정확하게

조절하였고, 증착시의 (N₂+ Ar) 압력은 3 mTorr를 유지하였다. 확산방지막의 두께는 증착 시간을 조절하여 1000 Å의 확산방지막을 증착하였다. 증착 후 1000 °C까지 N₂ 분위기에서 30분간 열처리를 하여 열처리전과 후의 확산방지막을 4-point probe 장비를 사용하여 비저항을 측정하여 박막의 특성을 확인하였다. 이렇게 측정된 결과 값으로 W-B-C-N 확산방지막의 Boron에 의한 열적 안정성을 연구하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 W₂B 세기를 0W에서 70W로 조정하여 그 증착율을 나타낸 그림으로 W₂B 세기가 0W에서는 약 1.3 Å/sec를 나타내며 W₂B 세기가 20W에서 70W인 경우에는 최대 약 1.02에서 최소 0.94 Å/sec로 비교적 균일한 증착율을 나타낸다. 이 그림으로 W-B-C-N 확산방지막은 W₂B 세기가 20W에서 70W 구간에서는 증착률에는 큰 영향이 없으며 첨가하지 않은 경우에 비하여 증착율은 약 0.3 Å/sec 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다.

그림 2는 W₂B 세기를 0W에서 70W로 조정하여 그 비저항을 나타낸 그림이다. W-C-N 및 W-B-C-N 확산방지막의 비저항은 B이 첨가되지 않은 W₂B 세기가 0W인 경우 비저항이 가장 높은 값인 213.62 μΩ-cm로 나타낸다. W₂B 세기가 0W에서 40W로 증가함에 따라서 비저항 값은 159.42 μΩ-cm로 비저항 값은 선형적으로 감소한다. 하지만 W₂B 세기가 40W이상 증가되면 60W에서 169.05 μΩ-cm로 증가한 후 70W에서 162.55 μΩ-cm 감소한다. 이 그림에서 W₂B 세기가 40W에서 비저항 값이 가장 작은 값을 가지고 있으며 이후 실험에서는 비저항 값이 가장 작은 W₂B 세기가 40W

인 경우에 대하여 Boron이 첨가되지 않은 W_2B 세기가 0W 인 두 경우에 대하여 다양한 열처리 온도에 대하여 그 특성을 확인하였다.

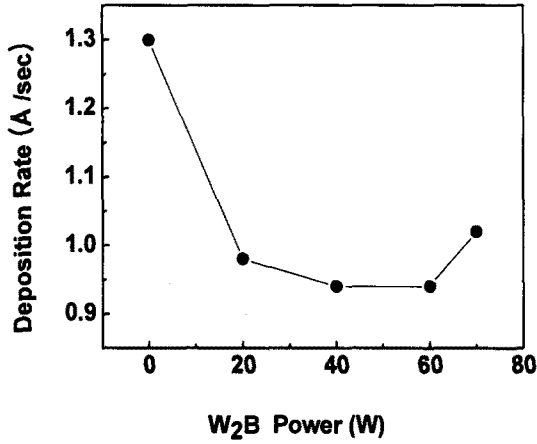


그림 1. W_2B power 세기에 따른 W-C-N 및 W-B-C-N 박막의 증착률.

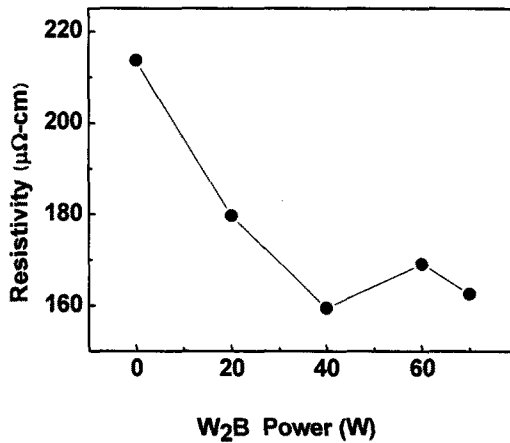


그림 2. W_2B power 세기에 따른 W-C-N 및 W-B-C-N 박막의 비저항 특성.

그림 3은 W_2B 세기가 0W인 W-C-N 박막과 W_2B 세기가 40W인 W-B-C-N인 박막에 대하여 1000 °C까지 열처리 온도를 증한 후 그 비저항을 나타낸 그림이다. W_2B 세기가 0W인 W-C-N 박막의 비저항은 as-deposited에서 213.61 $\mu\Omega$ -cm로 나타내며, 1000 °C에서 25.28 $\mu\Omega$ -cm로 급격히 감소하였다. W_2B 세기가 40W인 W-B-C-N 박막의 비저항은 as-deposited에서 159.42 $\mu\Omega$ -cm로 나타내며, 1000 °C에서 30.48 $\mu\Omega$ -cm로 급격히 감소하였다. 이 그림에서는 W_2B 세

기가 40W에서 0W보다 같은 열처리 온도에서 더 낮은 비저항을 나타내고 있지만 1000 °C에서는 비저항이 40W보다 0W에서가 조금 더 낮은 비저항을 나타낸다.

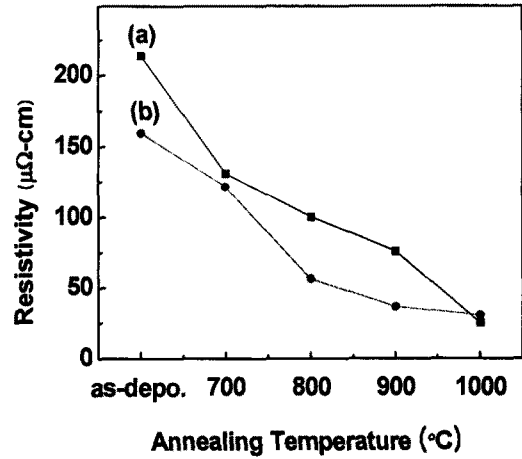


그림 3. W_2B 세기를 0W와 40W로 고정된 다음, 1000 °C까지 열처리 한 후의 비저항 특성곡선.

4. 결론

이 연구에서는 Tungsten-Carbon-Nitrogen (W-C-N)에 Boron (B)을 W_2B 세기를 0W에서 70W로 변화하여 W-C-N 및 W-B-C-N 확산방지막을 증착하여 그 특성을 증착률과 비저항 값을 측정하였다. 또한 열적 안정성을 확인하기 위하여 1000 °C까지 열처리한 후 비저항을 측정하여 열적인 안정성을 확인하였다. 그 결과 Boron이 첨가된 박막이 더 우수한 확산방지막의 특성을 나타내는 것을 확인 할 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 산자부 "성장동력" 과제에 의해 수행되었음

참고 문헌

- [1] C.C. Baker, J. Vac. Sci. Technol. A20, 5 (2002).
- [2] C.W. Lee, J. Korean. Phys. Soc. 37, 324 (2000).
- [3] C. W. Lee and Y. T. Kim, J. Vac. Sci. & Technol. B 24(3), 1432 (2006)
- [4] S. I. Kim, and C. W. Lee, J. Kor. Phys. Soc., 50(2), 489 (2007)
- [5] S. I. Kim, S. Y. Kim, D. H. Lee, G. B. Kang and C. W. Lee, J. Kor. Phys. Soc., 50(3), 650 (2007)